

TA/TL/2024/1908

TUGAS AKHIR
Potensi PGPR dan AMF pada *Acacia mangium* Terhadap
Serapan *Nutrient* di Tanah TPA Piyungan

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



MUHAMMAD ALVIN DAMARA HARAHAHAP
19513242

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
2024

TUGAS AKHIR
**Potensi PGPR dan AMF pada *Acacia Mangium* Terhadap Serapan Nutrien
di Tanah TPA Piyungan**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



MUHAMMAD ALVIN DAMARA HARAHAP

19513242

Disetujui, Dosen
Pembimbing

Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D

NIK. 185130401

Tanggal:

Dr. Joni Aldilla Fairi, ST., M. Eng.

NIK. 165131306

Tanggal:



NIK. 045130441

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

Potensi PGPR dan AMF pada *Acacia mangium* Terhadap
Serapan *Nutrient* di Tanah TPA Piyungan

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji Hari :

Tanggal :

Disusun Oleh:

M ALVIN DAMARA HARAHAP
19513242

Tim Penguji :

Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D

()

Dr. Joni Aldilla Fajri, ST., M. Eng.

()

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., P.hD

()
21.10.2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program software komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 25 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



M Alvin Damara Harahap

NIM: 19513242

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan dengan judul **“Potensi PGPR dan AMF pada *Acacia mangium* Terhadap Serapan *Nutrient* di Tanah TPA Piyungan”** .

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah subhanahu wa ta'ala, yang karena berkat nikmat sehat, kekuatan, dan anugerahNya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas ini.
2. Keluarga penulis terutama orang tua dan kakak penulis yang selalu memberikan dukungan doa yang tidak terputus
3. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., PhD. sebagai dosen pembimbing I atas bimbingan dan arahan mulai dari perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan dan memberi semangat dalam mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. Sebagai dosen pembimbing II atas bimbingan dan arahan mulai dari dari perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu laboran di Laboratorium Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan atas dampingan dan bimbingannya selama melakukan penelitian di laboratorium.
6. Teman-teman yang turut membantu dalam penelitian ini team people people piyungan atas kerja keras, kesetiaan, dan selalu memberi semangat.
7. Teman-teman yang selalu memberi dukungan, do'a, bahkan canda tawa yang dapat melepaskan penat dengan beban tugas akhir ini
8. Semua pihak yang telah membantu sampai pada saat ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi menjadikan laporan tugas akhir ini lebih baik. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat dijadikan sebagai referensi penelitian berikutnya. Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 26 Oktober 2023

M Alvin Damara Harahap

ABSTRACT

MUHAMMAD ALVIN DAMARA HARAHA. *Potential of PGPR and AMF in Acacia Mangium towards Nutrient Uptake in Piyungan Landfill Soil. Supervised by Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., PhD. and Dr. Joni Aldila Fairi, ST., M.Eng.*

Population growth will be directly proportional to the waste produced. The existence of Piyungan landfill is indicated to have an impact on the surrounding environment, in old waste the amount of N, P, and K is much greater than the total amount in soil in general. For this reason, a biofitoremediation process is needed for nutrient uptake in landfill soil. Greenhouse-scale studies using Plant Growth Promoting rhizobacteria (PGPR), and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) have the potential to uptake Nutrient Fosfor and Calium in Piyungan landfill soil. The restoration method used is bioremediation. The analysis method used is the standard error approach and the availability of phosphorus and phosphorus absorption by plants. The measurement results were analyzed using correlation test. The analysis obtained from each test treatment compared with the control (without treatment) had an influence on P uptake through an increase in plant growth through the amount of plant biomass, but there was no significant increase in K uptake. So the ability of PGPR and AMF has the potential to increase P uptake in plants, but not K uptake.

Keyword: *Acacia mangium, Nutrient, TPA, PGPR.*

ABSTRAK

MUHAMMAD ALVIN DAMARA HARAHAAP. Potensi PGPR dan AMF pada *Acacia Mangium* Terhadap Serapan *Nutrient* di Tanah TPA Piyungan. Dibimbing oleh Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., PhD. dan Dr. Joni Aldila Fairi, ST., M.Eng.

Pertumbuhan penduduk akan berbanding lurus dengan sampah yang dihasilkan. Keberadaan TPA Piyungan diindikasikan berdampak pada lingkungan sekitar. Pada sampah yang sudah tua jumlah N, P, dan K jauh lebih besar dibandingkan jumlah total pada tanah pada umumnya. Untuk itu diperlukannya proses biofitoremediasi terhadap serapan nutrisi di tanah TPA. Studi skala rumah kaca yang digunakan menggunakan *Plant Growth Promotingrhizobacteria (PGPR)*, dan *Arbuscular Mycorrizal Fungi (AMF)* berpotensi menyerap unsur hara P dan K pada tanah TPA Piyungan. Metode restorasi yang digunakan adalah bioremediasi. Metode analisis yang digunakan adalah pendekatan standar eror dan ketersediaan fosfor dan penyerapan fosfor oleh tanaman. Hasil pengamatan dilakukan analisa melalui uji korelasi terhadap serapan nutrisi dan biomassa tanaman. Analisa yang didapatkan setiap perlakuan uji PGPR dan AMF yang dibandingkan dengan kontrol (tanpa mikroba) memiliki perbedaan masing-masing terhadap serapan P melalui peningkatan pada pertumbuhan tanaman melalui jumlah biomassa tanaman, namun dalam serapan K tidak terjadi perbedaan serapan yang dibanding dengan kontrol (tanpa mikroba). Sehingga kemampuan PGPR dan AMF memiliki potensi dengan meningkatkan serapan P pada tanaman, tetapi tidak terjadi pada serapan K.

Kata kunci: *Acacia mangium*, *Nutrient*, TPA, PGPR.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA.....	iv
ABSTRACK.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN.....	4
1.4 MANFAAT	4
1.5 RUANG LINGKUP	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 TPA Piyungan	5
2.2 NUTRIENT	5
2.2.1 Fosfor	5
2.2.2 Kalium.....	5
2.3 Tanaman	6
2.4 Mikroorganisme	6
2.4.1 <i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i> (PGPR) dan <i>Phosphate Solubility Bacteria</i> (PSB).....	6
2.4.2 <i>Arbuscular Mycorrhizal Fungi</i> (AMF).....	7
2.5 Bio-fitoremediasi.....	8
2.6 Penelitian terdahulu.....	9
BAB III METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan lokasi	11
3.2 Tahapan Penelitian	11
3.2.1 Persiapan Semai Tanaman	13
3.2.2 Persiapan Media Tanam.....	13

3.2.3	Persiapan Inokulum.....	14
3.2.4	Persiapan Media <i>Carrier</i> NaCl dan Inokulasi Mikroba ke <i>Carrier</i> NaCl	15
3.2.5	Penanaman	16
3.2.6	Inokulasi.....	16
3.2.7	Pengamatan dan Pemeliharaan.....	16
3.2.8	Pemanenan	17
3.2.9	Analisis P dan K.....	17
3.3	Analisis Data	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		18
4.1	Hasil Analisa Nutrisi <i>Acacia Mangium</i>	18
4.1.1	Hasil dan Analisa Pengujian P TersediaTanah dan P Total Tanaman Uji	18
4.1.2	Hasil dan Analisis Pengujian K pada Tanah dan Tanaman Uji.....	21
4.2	Hasil Biomassa Tanaman <i>Acacia mangium</i>	22
4.3	Hubungan Antara Biomassa Tanaman dan Serapan Nutrisi P dan K Tanaman Akasia	24
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		26
5.1	Simpulan.....	26
5.2	Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....		27
LAMPIRAN.....		30

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 2 Hubungan unsur hara P dan K terhadap biomassa tanaman akasia	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3 1 Gambar Titik lokasi Pengambilan Sample Tanah.....	11
Gambar 3 2 Flowchart Kerangka Berpikir.....	12
Gambar 3 3 Koordinat lokasi pengambilan sampel	13
Gambar 3 4 Susunan media tanam dan Inokulasi mikroba terhadap acacia mangium	15
Gambar 4. 1 Hasil Uji P Pada Tanah TPA dan Jaringan Tanaman Akasia (n=3)	18
Gambar 4. 2 Hasil Uji K Pada Tanah TPA dan Jaringan Tanaman Akasia (n=3)	21
Gambar 4. 3 Berat Kering Jaringan Tanaman Akasia (n=3).....	22
Gambar 4. 4 Berat Basah Jaringan Tanaman Akasia (n=3).....	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Langkah Uji Sampel	30
Lampiran 2 Perhitungan Uji Sampel.....	33
Lampiran 3 Foto Perlakuan Uji.....	35
Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan TA	36
Lampiran 5 Titik Lokasi Rumah Kaca.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pertumbuhan penduduk akan berbanding lurus dengan sampah yang dihasilkan. Peningkatan volume sampah harus diimbangi dengan penyediaan sarana pengelolaan sampah yang mampu membuang sampah secara optimal. Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu Piyungan di Kabupaten Bantul, Yogyakarta merupakan TPA terbesar di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) adalah lokasi akhir untuk pengumpulan semua sampah kota. Di sebagian besar kota di Indonesia, pengelolaan sampah kota dilakukan dengan cara membuang ke TPA dan salah satu TPA yang menerapkan cara tersebut adalah TPA Piyungan Yogyakarta. Sekitar 47,13% sampah yang masuk ke TPA Piyungan adalah sampah makanan dan sampah organik lainnya, antara lain 20,56% sampah taman dan kebun dan 3,39% kayu (Adidarma, 2014). Pengelolaan sampah di TPA Piyungan menggunakan sistem *controlled landfill* dalam melakukan pengelolaan sampah yang merupakan pengembangan dari system *open dumping*. Komponen organik dan anorganik dipasok dalam jumlah besar ke sistem pengolahan TPA Piyungan, dan penimbunan berlangsung selama bertahun-tahun, dan limbah akan terdegradasi di dalam tanah. Selama degradasi terjadi perubahan sifat fisika, biologi dan kimia sehingga dapat melarutkan senyawa salah satunya logam berat. Sampah padat perkotaan mengandung logam berat dalam jumlah besar, dan jika TPA tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan risiko lingkungan seperti pemanasan global dan mencemari tanah dan air tanah (Gworek et al, 2016).

Keberadaan TPA Piyungan diindikasikan berdampak pada lingkungan sekitar, termasuk pencemaran tanah akibat adanya kandungan logam berat dalam sampah seperti Pb, Cu, Zn, dan Cd. Sampah yang dibuang ke TPA menghasilkan lindi akibat pembusukan sampah (Fagbenro, 2016). Pada sampah yang sudah tua jumlah N, P, dan K jauh lebih besar dibandingkan jumlah total pada tanah pada umumnya. Ada banyak faktor yang mempengaruhi laju degradasi sampah dan proses stabilisasi TPA, seperti komposisi sampah, kedalaman TPA, lokasi TPA, kondisi

cuaca, metode pengoperasian TPA, dan sebagainya (Lou et al., 2007).

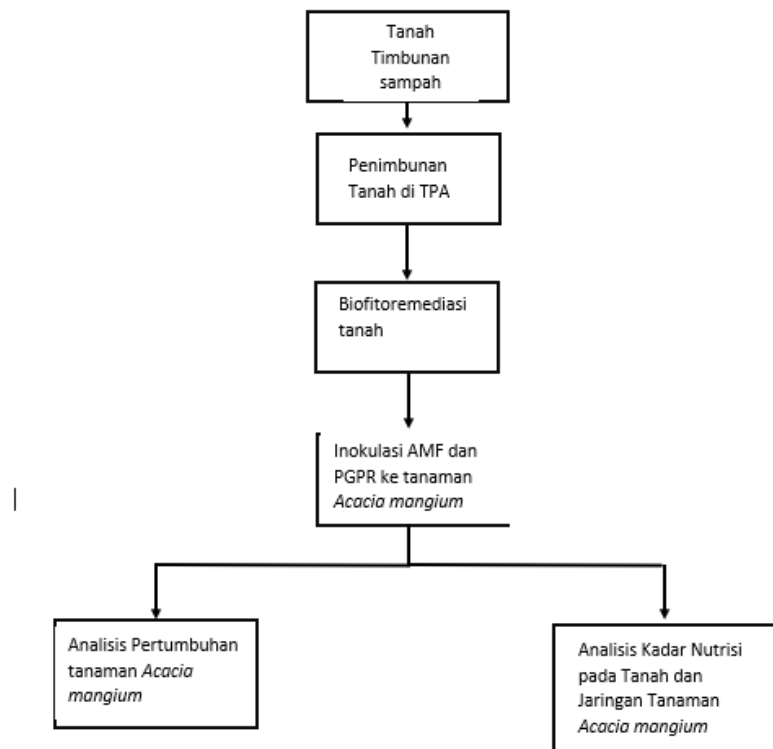
Menurut Brar et al. (2006). Bioremediasi sudah menjadi metode dekontaminasi yang paling banyak digunakan dengan preferensi 32 di samping *chemical treatment* (14%), *in situ thermal treatments* (6%), *soil vapor extraction* (6%), *thermal desorption* (5%), solidifikasi/stabilisasi (5%), *permeable reactive barriers* (4%), *flushing* (3%), *off gas treatment* (3%), *soil washing* (3%). Fitoremediasi (3%), *multi phase extraction* (3%), pump and treat (2%), *vitrification* (2%), dan lainnya (10%). Bioremediasi didefinisikan sebagai penghilangan kontaminan dengan menggunakan sistem biologis melalui penguraian atau degradasinya (Kapahi M, Sachdeva S, 2019)

Perkembangan teknik bioremediasi dengan menggunakan mikroorganisme merupakan hasil pencarian metode alternatif dengan tujuan pembersihan (Verma JP, Jaiswal DK, 2016) Mikroba dan tanaman merupakan sarana yang sangat diperlukan untuk memulihkan limbah industri seperti logam berat. Beberapa mikroba memiliki manfaat terhadap tanaman, seperti *Phosphate Solubilizing Bacteria* (PSB) yang menyediakan ketersediaan fosfor yang dapat diserap tanaman dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman yang lebih sehat. Karena mirip dengan biokatalis dalam sistem bioremediasi, yang terdiri dari komponen yang cocok untuk memulihkan lingkungan yang terkontaminasi, yang berarti mikroorganisme yang dapat menyerap dan mengubah logam berat, dan tanaman yang cocok untuk menghilangkan dan menahan logam dari tanah (Kothe E, 2009)

Beberapa mikroba memiliki manfaat terhadap tanaman, seperti *Phosphate Solubilizing Bacteria* (PSB) yang menyediakan ketersediaan fosfor yang dapat diserap tanaman dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman yang lebih sehat, serta Fungi mikoriza arbuskula (FMA) memiliki berbagai pengaruh yang memberikan kontribusi pada perbaikan dari berbagai cekaman yang dialami oleh tanaman. (Finlay, 2004).

Metode remediasi menggunakan mikroorganisme dan tanaman akasia di tanah TPA Piyungan akan sangat mendukung revegetasi lahan terdegradasi dengan metode bio-fitoremediasi. penggunaan mikroorganisme *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF), *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) diharapkan mampu

membantu pertumbuhan pohon *Acacia mangium* dengan tujuan dapat mendegradasi kandungan nutrient P dan K dalam tanah di TPA Piyungan. Tanaman *Acacia mangium* dapat tumbuh dengan baik pada tanah dengan bahan organik yang tinggi dan pH yang rendah (Thomson, 1994).



Gambar 1 Skema kerangka berpikir

1.2 RUMUSAN MASALAH

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana potensi mikroba *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) terhadap biomassa *Acacia Mangium*?
- 2) Bagaimana pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan AMF dari tanaman Akasia terhadap serapan nutrisi P dan K di tanah TPA?

1.3 TUJUAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Investigasi peran mikroba PGPR dan AMF terhadap pertumbuhan tanaman Akasia
- 2) Investigasi perubahan konsentrasi P dan K di tanah TPA Piyungan setelah proses biofitoremediasi dengan menggunakan mikroba PGPR dan AMF

1.4 MANFAAT

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Menjadi bahan acuan dalam melakukan restorasi TPA dengan metode yang sama dan menjadi bahan acuan dalam penelitian serupa.
- 2) Memberikan informasi mengenai Biofitotemediasi dalam upaya restorasi TPA

1.5 RUANG LINGKUP

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian dan pengamatan tanaman dilakukan dalam skala rumah kaca
2. Pengujian parameter Nutrisi P dan K pada tanah TPA Piyungan
- 3, Pengujian P dan K terhadap jaringan tanaman *Acacia mangium*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TPA Piyungan

TPA Piyungan terletak lebih kurang 16 kilometer sebelah tenggara pusat Kota Yogyakarta. Letak tepat TPA ini yaitu di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Pembangunan TPA Piyungan dilakukan pada tahun 1992 dan mulai beroperasi pada 1995. Luas TPA Piyungan yaitu 13 hektare dengan kapasitas 2,7 m³ sampah (Nugrahi, 2014).

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan merupakan satu-satunya fasilitas pengelolaan sampah yang mengelola sampah dari tiga kabupaten, yaitu Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul. Pengelolaan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan saat ini menggunakan sistem *controlled landfill*. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan telah beroperasi selama 23 tahun tanpa adanya perluasan lahan. Pengelolaan sampah harus diikuti dengan memperhatikan lingkungan, baik biotik maupun abiotik. Jarak dari daerah pelayanan terjauh sekitar 35 kilometer, dan rata-rata sampah yang masuk ke TPA per hari adalah 450 ton. Jenis sampah yang utama adalah sampah organik yang jumlahnya sekitar 72% dari total sampah (Budhianto W, 2017)

2.2 NUTRIENT

2.2.1 Fosfor

P adalah komponen struktural utama asam nukleat dan lipid membran dan mengambil bagian dalam jalur regulasi yang melibatkan molekul pemberi sinyal yang berasal dari fosfolipid. Tanaman yang kekurangan P cenderung untuk mendaur ulang P dari molekul organik (Plaxton WC, 2004). Molekul organik juga meningkatkan ketersediaan P dalam tanah dengan mengekskpor asam fosfat dan asam organik (Hammond JP, 2008)

2.2.2 Kalium

K tidak dimetabolisme, ada terdapat banyak proses yang bergantung pada K untuk metabolisme, proses yang pasti adalah transpor, translasi, dan aktivasi enzim (Wyn Jones RJ, 1983). Walaupun semua bergantung pada K untuk mempengaruhi biosintesis dan alokasi metabolit (Evans HJ, 1966).

Tanaman yang kekurangan K menunjukkan beberapa asam, basa, dan netral. Selain perubahan pada akar maupun pucuk, penurunan piruvat dan asam organik yang kuat pada akar. Sebagian besar perubahan metabolit akan pulih dalam waktu 24 jam setelah K kembali (Amtmann A, 2008)

2.3 Tanaman

2.3.1 *Acacia auriculiformia*

Tanaman Akasia (*Acacia Auriculiformia*) telah ditanam lebih dari 80 negara di seluruh dunia termasuk Indonesia beberapa jenis tanaman Akasia yang banyak ditanam di Indonesia adalah *Acacia auriculiformia*, *Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa* dan *Acacia aulacocarpa* (Libertus, 2020).

Akasia mampu tumbuh pada kondisi lahan basah maupun kering. Kemampuannya yang mampu menekan keberadaan gulma, serta nodul rhizobiumnya yang melimpah menjadikan jenis ini salah satu primadona pada kegiatan Hutan Tanaman Industri (Yuliasuti dan Surip 2012). Tanaman Akasia mampu mentoleransi dan menyerap logam berat jenis Cu hingga mencapai 93,55 ppm. Tanaman Akasia juga dilaporkan mampu menyerap logam Al dan Fe dengan baik pada areal pertambangan (Jeyanni 2018). Akasia merupakan salah satu jenis pohon yang kayunya memenuhi syarat untuk kayu energi .

2.4 Mikroorganisme

Mikroba memiliki mekanisme biokimia atau molekuler untuk melawan kontaminan dalam. Dalam penilaian biokimia mikroorganisme mampu melakukan proses pengasaman, presipitasi, khelasi dan kompleksasi. Aktivitas resistensi juga dapat dijelaskan dalam mekanisme sebagai biosorpsi permukaan sel sistem transportasi sel melalui pompaan logam keluar sel secara aktif, sekuestrasi logam dalam kompartemen intraseluler pengeluaran ketat logam ke dalam ruang ekstraseluler, dan reaksi redoks enzimatis terhadap mengubah ion logam menjadi keadaan tidak beracun atau kurang beracun (Aranta, 2022).

2.4.1 *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)* dan *Phosphate Solubility Bacteria (PSB)*

Beberapa mikroba memiliki manfaat terhadap tanaman, seperti

Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) yang menyediakan ketersediaan fosfor yang dapat diserap tanaman dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman yang lebih sehat. Karena mirip dengan biokatalis dalam sistem bioremediasi, yang terdiri dari komponen yang cocok untuk memulihkan lingkungan yang terkontaminasi, yang berarti mikroorganisme yang dapat menyerap dan mengubah logam berat, dan tanaman yang cocok untuk menghilangkan dan menahan logam dari tanah (Kothe E, 2009). PGPR dapat menghasilkan hormon pertumbuhan dan meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui fiksasi nitrogen serta melarutkan unsur hara tanah (Aryantha et al, 2004)

2.4.2 *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF)

Fungi Mikoriza Arbuskula dan perakaran tanaman merupakan hubungan simbiosis mutualistik yang dapat membantu pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik, terutama pada tanah marginal. Hal ini karena fungi mikoriza membantu tanaman mencengkram tanah dan meningkatkan luas permukaan serapan akar, sehingga dapat meningkatkan daya serapan unsur hara (N dan P) dan air dan meningkatkan kemampuan untuk kelangsungan hidup dan kesehatan tanaman inang (Hanafiah et al., 2009).

Fungi mikoriza arbuskula dapat ditemukan hampir pada sebagian besar tanah, pada umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik. Namun tingkat populasi dan tingkat komposisi jenis sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh karakteristik tanaman dan sejumlah faktor lingkungan seperti suhu, pH, kelembaban tanah dan kandungan fosfor dan nitrogen. (Delvian et al. 2015).

2.5 Bio-fitoremediasi

Fitoremediasi didefinisikan sebagai penggunaan tanaman atau vegetasi untuk menyerap, menurunkan, menghilangkan, menstabilkan atau menghancurkan polutan, khususnya logam berat dan senyawa organik lainnya. Keuntungan fitoremediasi adalah dapat bekerja pada senyawa organik dan anorganik. Dapat dilakukan di dalam dan di luar lokasi, mudah diterapkan dan bebas biaya. Lingkungan berteknologi tinggi, ramah lingkungan dan bisa mengurangi polutan secara signifikan, sedangkan kelemahan dari fitoremediasi ini adalah proses ini memakan waktu lama dan, tergantung pada kondisi iklim, dapat mengakibatkan Logam berat terakumulasi dalam jaringan tanaman dan biomassa dan dapat mempengaruhi keseimbangan rantai makanan ekosistem (Caroline & Moa, 2015)

Fitoremediasi menjadi perhatian yang meningkat dengan ditemukannya tanaman hiperakumulator. Tanaman hiperakumulator adalah tanaman yang mampu mengakumulasi logam di bagian trubusnya hingga 100 kali lebih tinggi daripada tanaman lainnya. Oleh karena itu, tanaman hiperakumulator dapat mengakumulasi rasak hingga 10 ppm, cadmium 100 ppm, kobalt, kromium, tembaga, dan timbal hingga 1000 ppm, sedangkan seng dan nikel hingga 10.000 ppm (Ma dkk, 2001)

Bioremediasi adalah teknologi yang menggunakan mikroorganisme atau tanaman untuk mendetoksifikasi polutan (Melethia, 1996). Detoksifikasi polutan dapat dilakukan dengan mengubah senyawa dari senyawa toksik menjadi senyawa non toksik atau dengan mendegradasi polutan menjadi karbon dioksida dan air. Proses biologis yang berlangsung adalah proses pemulihan komponen lingkungan secara biologis (Baker dan Herson, 1994).

2.6 Penelitian terdahulu

Berdasarkan analisis terhadap penelitian terdahulu, didapatkan informasi yang dapat membantu dalam keberhasilan penelitian ini.

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tema Penelitian	Hasil
1	Lizawati et al, 2014	Formulasi Inokulum Mikroba pada bibit akasia di lahan bekas tambang batubara	Rhizobium yang diinokulasikan mengambil hasil fotosintat, tetapi mereka tidak mampu membantu tanaman dalam mendapatkan unsur hara yang diperlukan. Hal ini terbukti dari serapan unsur hara (N, P dan K) yang lebih rendah dibanding perlakuan kontrol

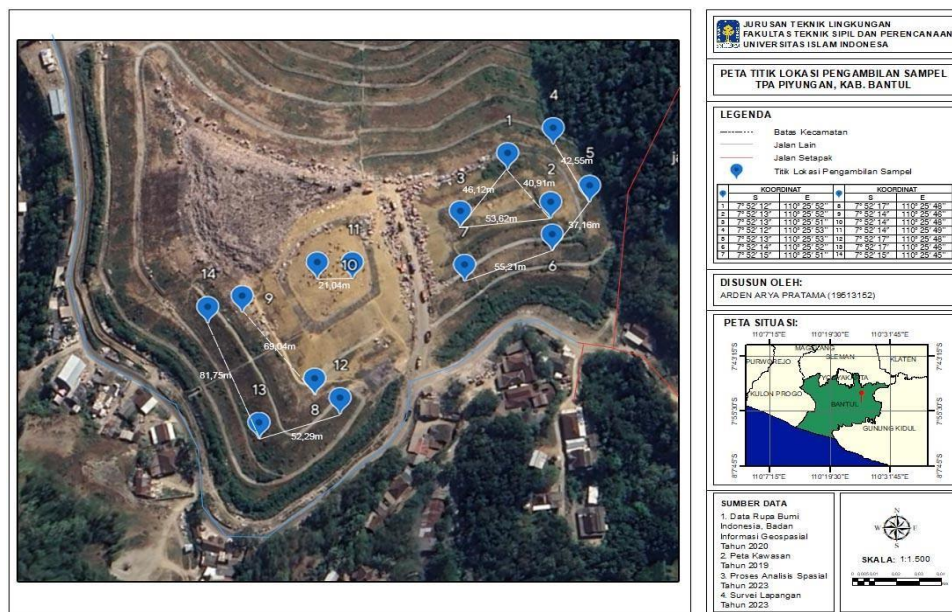
2	Ollo,L et al, 2019	Penggunaan PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil	PGPR dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, berat basah dan berat kering tanaman.
3	A.Gholami et al, 2009	The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination, Seedling Growth and Yield of Maize	benih tanaman jagung yang diinokulasi dengan Pseudomonas, Azospirillum dan Azotobacter meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas jagung melalui sintesis fitohormon, meningkatkan serapan hara sekitar akar, mendukung penyerapan hara melalui penurunan tingkat keracunan logam berat dan melawan patogen.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan lokasi

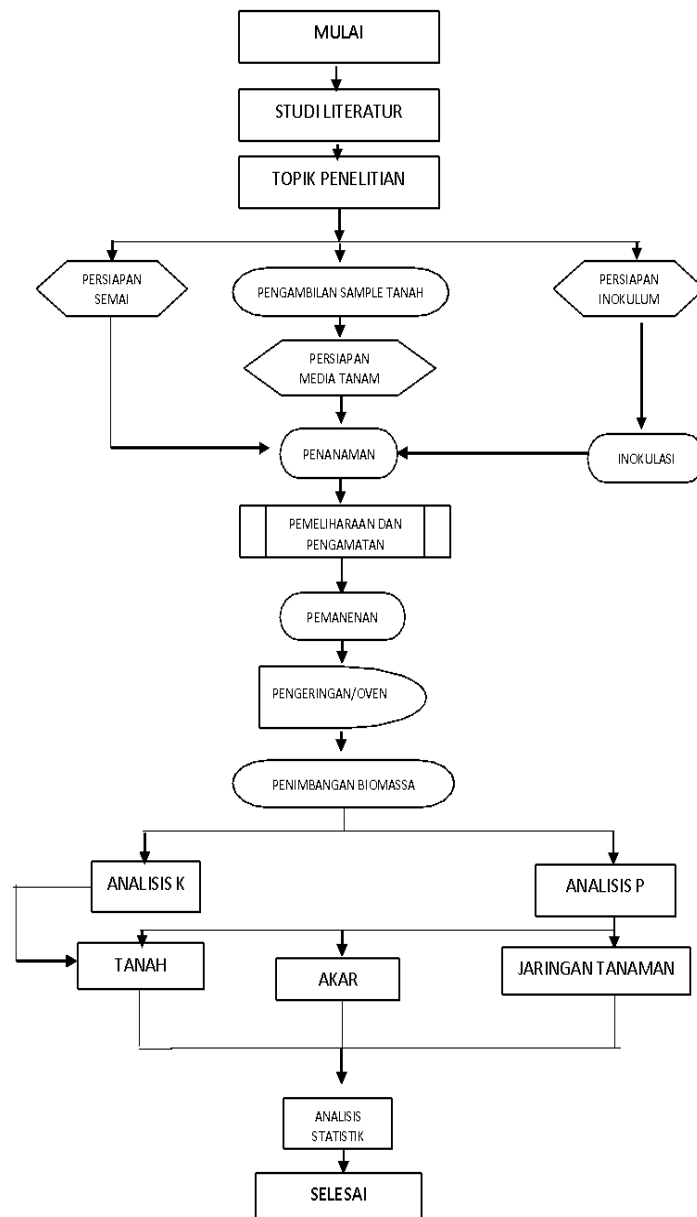
Penelitian akan di laksanakan pada skala rumah kaca. Pengambilan sampel dilakukan di TPA Piyungan yang berlokasi di Dusun Ngablak dan Watugender, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul , dengan koordinat 7° 52' 10.475" LS 110° 25' 47.856" BT., persiapan inokulasi mikroba, persiapan semai tanaman akasia, pemindahan media tanam ke tanah yang disterilkan, pemeliharaan tanaman ini di lakukan di rumah kaca yang berlokasi di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Pengujian sampel akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Kegiatan penelitian akan dilaksanakan pada bulan Maret 2023 hingga bulan Juli 2023.



Gambar 3 1 Gambar Titik lokasi Pengambilan Sample Tanah

3.2 Tahapan Penelitian

Secara garis besar, tahapan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu pada bagan berikut ini



Gambar 3 2 Flowchart Kerangka Berpikir

3.2.1 Persiapan Semai Tanaman

Persiapan semai tanaman *Acacia auriculiformia* dilakukan dengan penyediaan bibit dalam polybag kecil dengan jumlah 24 polybag setiap perlakuan uji. Perlakuan tanaman dengan penyiraman setiap 2 hari sekali. Pemeliharaan dilakukan di rumah kaca yang berada di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Sleman, Yogyakarta.

3.2.2 Persiapan Media Tanam

Persiapan tanah sebagai media tanam berasal dari TPA Piyungan. Tanah diambil dari tanah tutupan TPA pada kedalaman 10 sampai 20 cm. Tanah diambil pada beberapa titik lokasi. Tanah diambil dengan pengambilan tanah komposit untuk mewakili area homogen melalui beberapa titik pengambilan sampel dari daerah tutupan tanah TPA dilakukan di beberapa zona lapisan tutupan tanah yakni, zona atas (Top), zona tengah kemiringan (Middle Slope), dan zona vegetasi (Rosalina & Maipauw, 2019).

Pengambilan sampel dilakukan antara 20-80 meter dalam luasan 2.02ha. Sehingga setiap bagian lereng dan puncak bukit memiliki kesempatan yang sama untuk mewakili tiap bagian dari bukit timbunan sampah. Antara lain sebagai berikut

	KOORDINAT		Keterangan
	S	E	
1	7° 52' 12"	110° 25' 52"	Puncak
2	7° 52' 13"	110° 25' 52"	Puncak
3	7° 52' 13"	110° 25' 51"	Puncak
4	7° 52' 12"	110° 25' 53"	Lereng
5	7° 52' 13"	110° 25' 53"	Lereng
6	7° 52' 14"	110° 25' 52"	Lereng
7	7° 52' 15"	110° 25' 51"	Lereng

	KOORDINAT		Keterangan
	S	E	
8	7° 52' 17"	110° 25' 48"	Puncak
9	7° 52' 14"	110° 25' 46"	Puncak
10	7° 52' 14"	110° 25' 48"	Lereng
11	7° 52' 14"	110° 25' 49"	Lereng
12	7° 52' 17"	110° 25' 48"	Lereng
13	7° 52' 17"	110° 25' 46"	Lereng
14	7° 52' 15"	110° 25' 45"	Lereng

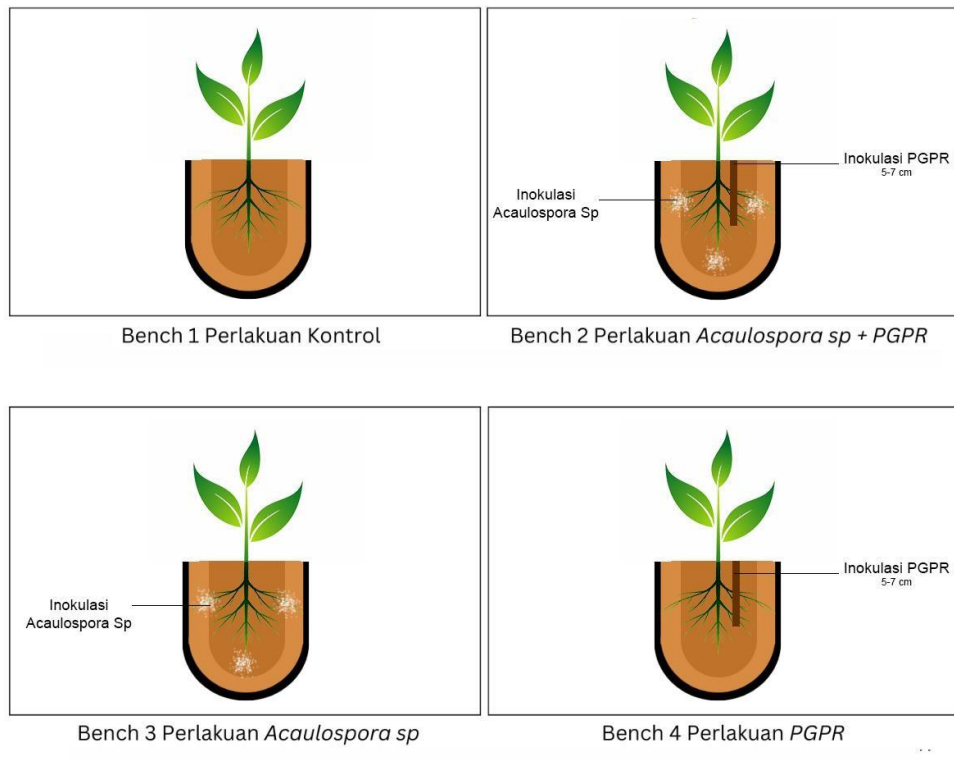
Gambar 3.3 Koordinat lokasi pengambilan sampel

Kemudian tanah dibawa ke rumah kaca untuk dilakukan sterilisasi pada suhu 85 derajat celcius selama 8 jam yang merupakan suhu dan waktu yang memiliki efisiensi tinggi (Wijaugi, 2022). Setelah dilakukan sterilisasi dan dalam keadaan dingin tanah dari beberapa titik tersebut dihomogenkan.

3.2.3 Persiapan Inokulum

Persiapan inokulum PGPR yang merupakan konsorsium mikroba terseleksi dari jenis *Phosphate Solubilizing Bacteria* (PSB) dan *Enterobacter sp.* yang berasal dari *degraded mining area* (Wijaugi, 2022). Inokulum PGPR tersebut dilakukan dengan proses rekultur dari mikroba induk ke media yang baru. Rekultur mikroba dilakukan di *laminar airflow* dengan media berupa NA (*Nutrient Agar*) yang sudah disterilkan. Kemudian dari mikroba induk diambil dan dimasukkan ke media NA dalam cawan petri. Mikroba induk yang telah dipindah ke media NA dibungkus menggunakan kertas sampul dan diinkubasi selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan pengambilan mikroba terseleksi dari media NA dan dimasukkan ke dalam larutan media NB (*Nutrient Broth*) kemudian dihomogenkan menggunakan *shaker* dan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 130 rpm selama 24 jam. Tanaman sorgum disemai menggunakan media tanam zeolit dan setelah 2 minggu ditambahkan inokulum *Phosphate Solubility Bacteria* (PSB), *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF).

Persiapan inokulum jenis spora AMF berupa *Acaulospora sp.* yang berasal dari *degraded mining area* dikembangkan dengan membuat semai tanaman sorgum dan media tanam zeolit. Pemilihan tanaman sorgum karena sorgum merupakan universal host dari mikoriza yang memiliki tingkat infeksi kolonisasi mikoriza yang tinggi, serta media zeolit baik bagi pertumbuhan spora AMF (Dharmaputri, et al., 2016). Pada tahapan ini semaian disiram setiap 3 hari sekali, setelah 2 bulan sorgum dipanen dan media zeolit disimpan dalam plastik ziplock agar tidak terkontaminasi (Hazra et al., 2023).



Gambar 3 4 Susunan media tanam dan Inokulasi mikroba terhadap *acacia mangium*

3.2.4 Persiapan Media *Carrier* NaCl dan Inokulasi Mikroba ke *Carrier* NaCl

Media *Carrier* yang digunakan adalah NaCl melalui persiapan dengan menggunakan NaCl 0,9% sebanyak 7 liter. Kemudian larutan NaCl dipindahkan kedalam botol dengan masing-masing sebanyak 1 liter. Inokulum mikroba yang sudah disiapkan kemudian diinokulasi ke *carrier* NaCl dan ditutup dengan kertas sampul. Proses inokulasi mikroba ke media *carrier* NaCl diinkubasi selama 30 hari. Larutan NaCl merupakan media *carrier* terbaik untuk menjaga ketahanan hidup isolate mikroba (Lestari,2014)

Jumlah persiapan tanaman *Acacia mangium* untuk diinokulasi dan tidak diinokulasi setiap perlakuan terdiri dari:

- Kontrol (tanpa mikroba) : 24 tanaman
- Acaulospora sp.* + PGPR` : 24 tanaman
- Acaulospora sp.* : 24 tanaman
- PGPR : 24 tanaman

3.2.5 Penanaman

Penanaman dilakukan melalui proses pemindahan semai tanaman dan media tanam ke dalam polybag baru dengan perbandingan 1:3 dari tanah semai tanaman dan tanah TPA yang sudah dilakukan sterilisasi dan komposit. Proses penanaman dilakukan untuk sebanyak 24 tanaman *Acacia mangium* dalam polybag. Media tanam untuk tiap polybag kurang lebih 750 gr tanah TPA.

3.2.6 Inokulasi

Inokulasi PGPR dari media carrier NaCl ke media tanam dilakukan dengan menginjeksi 10 ml ke media tanam yang sudah dilubangi 4-5 cm dan ditutup kembali. Jumlah populasi dari koloni PGPR yang dimiliki sebanyak 7.104 CFU/ml dengan pengenceran 10^3 . Sedangkan inokulasi spora AMF berupa *Acaulospora sp.* diinokulasi dengan cara memindahkan 20 gram media zeolit ke media tanam Akasia. Inokulasi konsorsium PGPR dan spora AMF berupa *Acaulospora* juga dilakukan dengan takaran yang sama dari masing-masing inokulum PGPR dan AMF, serta adanya tanaman kontrol (tanpa mikroba) sebagai pembanding antar setiap perlakuan

3.2.7 Pengamatan dan Pemeliharaan

Pengamatan tinggi, diameter dan jumlah daun tanaman. Pengamatan tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh daun dengan menggunakan meteran. Pengamatan diameter tanaman diukur di pangkal batang dengan menggunakan *caliper*. Tanaman yang diamati jumlah daunnya yaitu, Balsa dan Akasia. Pengamatan tanaman dilakukan setiap 3 minggu. Selama masa pemeliharaan tanaman disiram setiap 2 hari (Hazra et al., 2024)

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman setiap 2 sampai 3 hari sekali tanpa adanya tambahan pupuk.

3.2.8 Pemanenan

Tahapan ini proses pemanenan dilakukan setelah 3 bulan penanaman dengan pemisahan antara tanaman dan tanah. Tanaman dibagi menjadi dua bagian antara akar dan batang. Setelah dipisahkan tanaman ditimbang berat basah dan berat kering. Untuk berat kering dilakukan perlakuan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 70 derajat Celcius selama 72 jam (Hazra et al., 2024).

3.2.9 Analisis P dan K

Tahapan ini analisis pengukuran K dan P dilakukan pada sampel tanah dan jaringan tanaman. Pengujian K menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* dan pengujian P menggunakan *Spectrophotometer*. Pada analisa P dan K mengacu pada Petunjuk Teknis Analisa Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian Tahun 2005

3.3 Analisis Data

Penelitian ini untuk memiliki empat perlakuan uji yakni Kontrol, *Acaulospora sp.* + PGPR, *Acaulospora sp.*, PGPR. Parameter yang diamati terdiri dari biomassa tanaman untuk setiap perlakuan, serta nutrisi P dan K untuk setiap perlakuan. Data biomassa tanaman berupa berat basah dan berat kering pada jaringan tanaman diulang sebanyak 5 kali untuk setiap perlakuan uji. Sedangkan data nutrisi P dan K pada sampel tanah dan jaringan tanaman diulang sebanyak 2 kali untuk setiap perlakuan uji. Data setiap perlakuan uji yang diperoleh dari biomassa tanaman dan nutrisi (P dan K) disajikan dalam bentuk grafik dengan pendekatan *standar error* untuk mengetahui persebaran data dari banyaknya data yang digunakan pada setiap perlakuan uji.

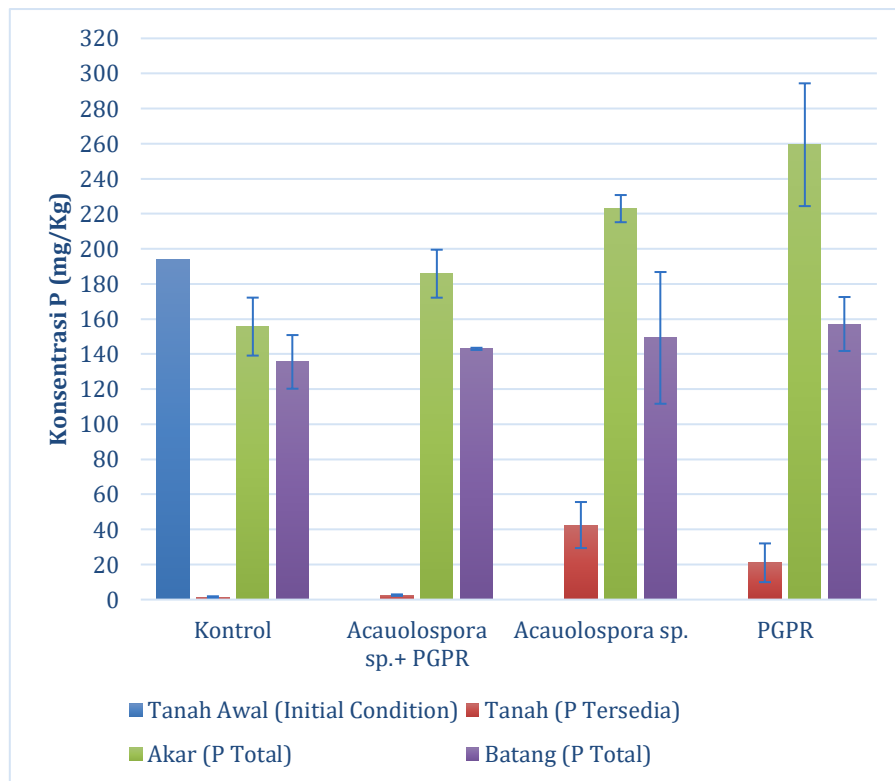
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Nutrisi *Acacia mangium*

4.1.1 Hasil dan Analisa Pengujian P Tersedia Tanah dan P Total Tanaman Uji

Berikut grafik yang menunjukkan hasil uji konsentrasi P pada sampel tanah dan jaringan tanaman *Acacia mangium*.



Gambar 4. 1 Hasil Uji P Pada Tanah TPA dan Jaringan Tanaman Akasia (n=3)

Sampel tanah awal yang merupakan sampel yang belum dijadikan media tanam tanaman memiliki konsentrasi P sebesar 194 mg/kg. Pada tanah tanaman yang tidak diberikan perlakuan (kontrol) dan tanah tanaman yang diberikan perlakuan, serapan P tersedia pada tanah tanaman Kontrol; 1,37 mg/kg, PGPR; 20,98 mg/kg, *Acaulospora sp.*; 42,49 mg/kg, *Acaulospora sp.* + PGPR; 2,55 mg/kg. Kemudian pada jaringan akar serapan P total pada tanaman

Kontrol; 155,64 mg/kg, perlakuan PGPR; 259,36 mg/kg, *Acaulospora sp.*; 222,92 mg/kg, *Acaulospora sp.* + PGPR; 185,82 mg/kg. Sedangkan pada jaringan batang serapan P total tanaman Kontrol; 135,53 mg/kg, PGPR; 157,13 mg/kg, *Acaulospora sp.*; 149,21 mg/kg, *Acaulospora sp.* + PGPR; 142,95 mg/kg.

Berdasarkan hasil data pengujian, PGPR memiliki kandungan P tersedia dalam tanah masih lebih tinggi diantara perlakuan lain, namun dalam penyerapan P total pada jaringan akar dan batang tetap berada diatas tanaman kontrol. Hal ini disebabkan karena kemampun PGPR yang mampu meningkatkan kandungan P yang tidak larut menjadi tersedia bagi tanaman (Keneni, et al., 2010), sehingga dalam penyerapan P pada jaringan tanaman lebih meningkat jika dibandingkan dengan tanaman Kontrol.

Aktivitas PGPR memberi keuntungan bagi pertumbuhan tanaman secara langsung dengan kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan unsur hara P dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu tumbuh (Tuhuteru, et al., 2016). Kategori PGPR yang digunakan merupakan jenis bakteri Penambat N hidup bebas dan bakteri pelarut P. Salah satu bakteri yang termasuk dalam kategori PGPR adalah bakteri pelarut P yang mampu melarutkan ion P yang terikat pada kation tanah berupa AL, Fe, Ca, dan Mg serta mengubahnya menjadi bentuk tersedia yang dapat diserap tanaman (Keneni, et al., 2010). Bakteri pelarut P mampu mengeluarkan enzim fosfatase yang bertugas dalam menghidrolisis P organik menjadi P anorganik dan juga dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh (Purwaningsih, 2003).

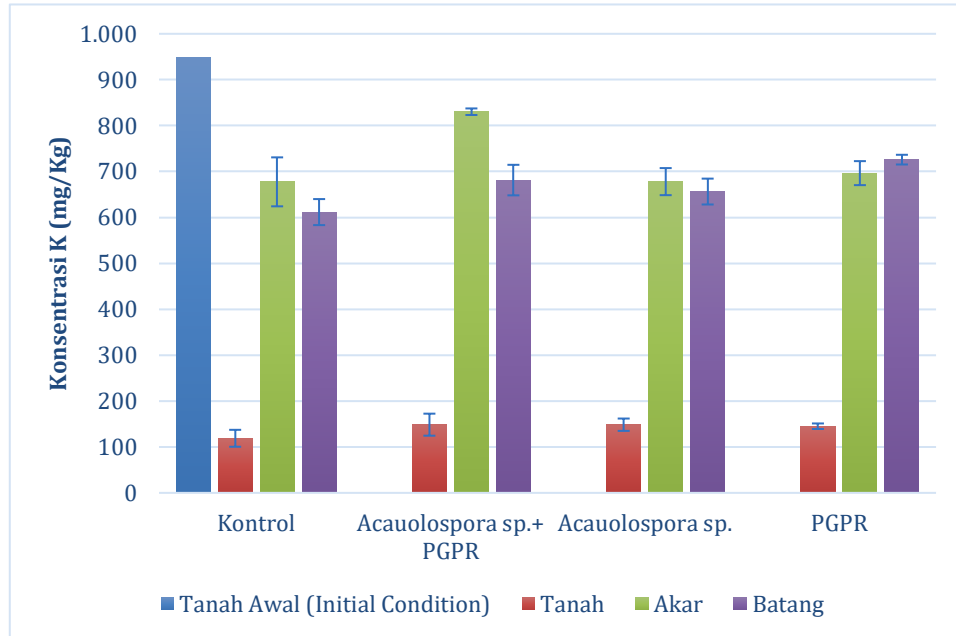
Rizobakteri penambah pertumbuhan tanaman merangsang pertumbuhan tanaman secara langsung melalui aktivitas fitostimulasi dan biofertilisasi, sedangkan secara tidak langsung melalui biopestisida atau agen pengendali hayati. Mekanisme langsung bakteri rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman memfasilitasi penyerapan hara atau peningkatan ketersediaan hara melalui fiksasi nitrogen, pelarutan fosfor dan hara mineral, mineralisasi senyawa organik produksi fitohormon termasuk IAA, etilen, sitokinin, dan giberelin

(Cheng, 2008). Produksi IAA IAA (asam indole-3-asetat), suatu produk asam amino L-triptofan (Yu et al., 2017), bertindak sebagai pengatur pertumbuhan tanaman. IAA mengatur pertumbuhan tanaman melalui beberapa fungsi seluler seperti pembelahan sel, pemanjangan dan diferensiasi sel, peningkatan panjang akar dan luas permukaan akar (Gravel et al., 2007). Etilen merupakan jenis hormon tanaman unik yang disekresikan oleh tanaman dan bakteri rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman (Babalola, 2010). Etilen mengatur proses fisiologis tanaman seperti dormansi biji, meningkatkan pembentukan akar adventif, gugurnya daun, penebaran bunga dan daun, serta pematangan buah (Abeles et al., 1992)

Fosfor merupakan komponen dari beberapa senyawa seperti minyak dan asam amino. Senyawa P *adenosin difosfat* (ADP) dan *adenosin trifosfat* (ATP) berfungsi sebagai pembawa energi pada tanaman. Fosfor terlibat dalam pembelahan sel, pembentukan albumin, pembentuk bunga, buah, dan biji (Roy, et al., 2006). Selain itu, fosfor mendorong dalam pematangan buah, memperkuat batang, untuk perkembangan akar, meningkatkan kualitas tanaman, metabolisme karbohidrat, membentuk nukleoprotein (sebagai komponen RNA dan DNA) dan menyimpan serta memindahkan energi seperti ATP. Unsur fosfor juga berfungsi untuk meningkatkan ketahanan terhadap penyakit (Hardjowigeno, 1987).

4.1.2 Hasil dan Analisis Pengujian K pada Tanah dan Tanaman Uji

Berikut grafik yang menunjukkan hasil uji konsentrasi K pada sampel tanah dan jaringan tanaman *Acacia mangium*.



Gambar 4. 2 Hasil Uji K Pada Tanah TPA dan Jaringan Tanaman Akasia (n=3)

Berdasarkan hasil pengujian K untuk tanah dan jaringan tanaman (akar dan batang) oleh berbagai perlakuan uji, tidak mengalami perubahan hasil yang cukup dari perbandingan dengan tanaman kontrol (tanpa mikroba) yang dapat dilihat pada grafik Gambar 4.2. Sehingga hasil uji K dari berbagai perlakuan tidak memiliki pengaruh secara nyata karena perbandingan pada semua perlakuan memiliki nilai yang tidak terlalu jauh. Namun penyerapan kalium oleh tanaman sendiri dapat terjadi karena penyerapan kalium termasuk tinggi dibandingkan dengan unsur-unsur lainnya (Melsasail, et al., 2018).

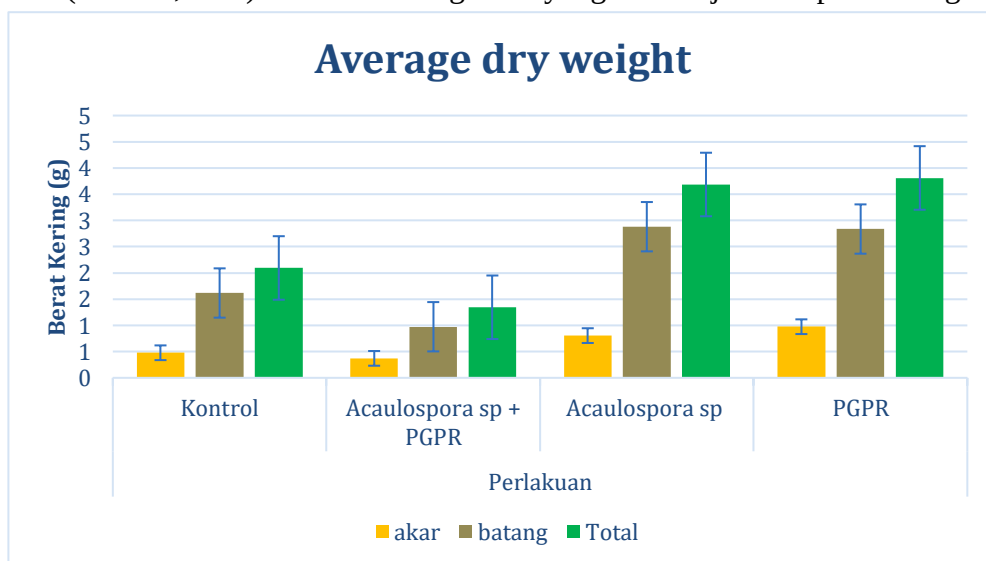
Kalium adalah nutrisi mineral paling banyak kedua dalam tanaman setelah N (Hardjowigeno, 1987). Di dalam tanaman unsur hara K dan P ada saling ketergantungan. Unsur K berfungsi sebagai media transportasi yang membawa hara-hara dari akar termasuk hara fosfor ke daun dan mentranslokasikan asimilat dari daun ke seluruh jaringan tanaman. Kekurangan hara K dalam tanaman dapat menghambat proses transportasi dalam tanaman

(Taufiq, 2002).

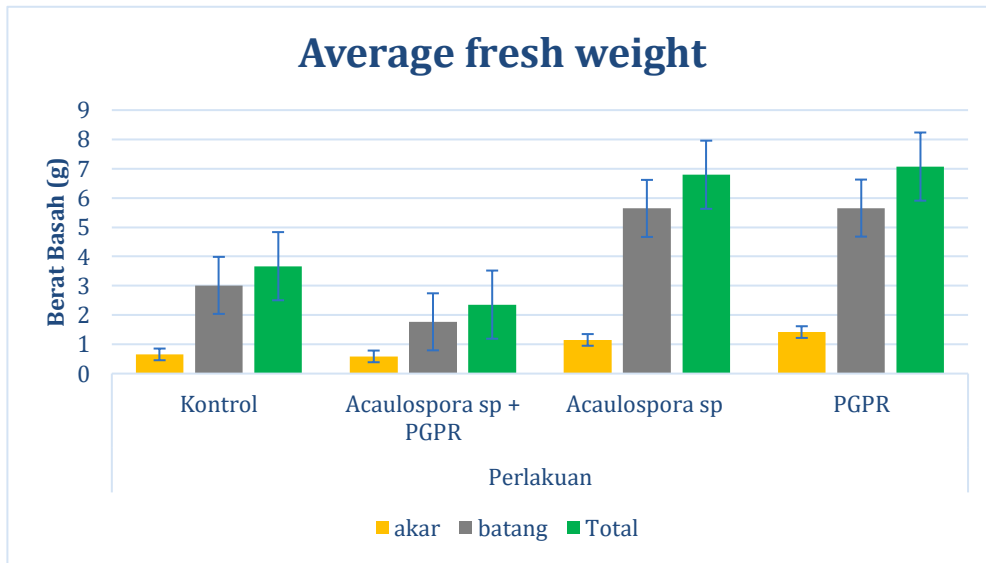
Sekitar 90% kalium (K) di dalam tanah berada dalam bentuk kompleks dan tidak tersedia bagi tanaman (Yadegari dan Mosadeghzad, 2012; Zhang et al., 2013). Oleh karena itu, pelarutan kalium sangat penting untuk penyerapan K oleh tanaman. K meningkatkan perkecambahan biji, produktivitas pertumbuhan tanaman, dan pembungaan dan biomassa tanaman (Awasthi et al., 2011). Bakteri rhizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman dapat melarutkan batuan kalium (misalnya, biotit, feldspar, ilit, muskovit, ortoklas, dan mika) menjadi bentuk kalium yang tersedia bagi tanaman. Bakteri rhizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman pelarut kalium melepaskan asam organik (misalnya, asam oksalat, asam tartarat, asam glukonat, asam 2-ketoglukonat, asam sitrat, asam malat, asam suksinat, asam laktat, asam propionat, asam glikolat, asam malonat, asam fumarat, dll.) dan asam anorganik (Awasthi et al., 2011)

4.2 Hasil Biomassa Tanaman *Acacia mangium*

Salah satu pendekatan untuk mengetahui pertambahan biomassa pada tanaman melalui berat basah dan berat kering tanaman. Berat basah merupakan berat tanaman saat masih hidup dan ditimbang langsung setelah panen sebelum tanaman menjadi layu, sedangkan berat kering tanaman merupakan banyaknya penimbunan karbohidrat, protein, vitamin dan bahan organik lain (Lakitan,1993). Berikut ini grafik yang menunjukkan perbandingan hasil



pengukuran berat basah dan berat kering pada jaringan batang dan jaringan akar tanaman Akasia.



Gambar 4. 4 Berat Basah Jaringan Tanaman Akasia (n=3)

Setiap perlakuan terhadap tanaman memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan biomassa tanaman dari hasil peningkatan berat basah dan berat kering jaringan tanaman yang dapat dilihat dari perbandingan dengan tanaman kontrol (Gambar 4.3). Pada grafik Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menunjukkan pertumbuhan biomassa tanaman dari berat basah maupun berat kering pada jaringan batang yang mengalami peningkatan pada setiap perlakuan seiring dengan bertambahnya jumlah berat pada jaringan akar. Berat basah dipengaruhi oleh kandungan air pada sel-sel tanaman yang kadarnya dipengaruhi oleh lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara, sehingga berat kering tanaman lebih menunjukkan status pertumbuhan tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995).

Pengaruh pertumbuhan biomassa tanaman disebabkan oleh adanya perlakuan inokulasi tanaman menggunakan jenis mikroorganisme PGPR dan AMF. Jenis mikroorganisme tersebut memiliki kemampuan dalam peningkatan unsur hara dalam tanaman (Rupaedah, et al., 2014). Ketersediaan unsur hara berperan penting sebagai sumber energi sehingga tingkat kecukupan hara berperan dalam mempengaruhi biomassa dari suatu tanaman (Harjadi, 1991).

4.3 Hubungan Antara Biomassa Tanaman dan Serapan Nutrisi P dan K Tanaman Akasia

Biomassa merupakan massa semua bagian tanaman yang berasal dari proses fotosintesis, unsur hara dan air yang diserap oleh tanaman dan diolah melalui biosintesis. Biomassa merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman dan biasanya didasarkan pada berat kering tanaman (Harjadi, 1991). Sedangkan berat basah tanaman dapat mengalami perubahan dalam waktu yang relative cepat. Oleh karena itu, biomassa dapat dinyatakan dalam berat kering, karenan 90% bahan kering tanaman adalah hasil fotosintesis dan hal tersebut dapat menggambarkan pertumbuhan dari tanaman (Fisher & Goldworthy, 1992).

Tabel 2 Hubungan unsur hara P dan K terhadap biomassa tanaman akasia

Nutrient	Akar	Batang
K	$R^2 = 0,0728$	$R^2 = 0,6439$
P	$R^2 = 0,929$	$R^2 = 0,7571$

Pada tabel 2 terkait hubungan biomassa terhadap unsur hara P pada jaringan akar memiliki nilai R^2 ; 0,929, dan pada jaringan batang memiliki nilai R^2 ; 0,7571. Hasil hubungan biomassa terhadap unsur hara P pada jaringan akar dan batang memiliki pengaruh sangat kuat karena memiliki nilai R^2 berada di nilai interval 0,8-1,00 yang artinya seiring dengan bertambahnya jumlah biomassa tanaman, unsur hara P pada jaringan tanaman juga bertambah. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan jenis mikroorganisme PGPR dan AMF memiliki pengaruh dalam serapan P pada tanaman Akasia dengan kemampuan jenis

mikroorganisme tersebut dalam peningkatan penyerapan unsur hara P yang mempengaruhi peningkatan biomassa tanaman.

Pada tabel 2 hasil hubungan biomassa terhadap unsur hara K pada jaringan akar memiliki nilai R^2 ; 0,0722, dan pada jaringan batang memiliki nilai R^2 ; 0,6439. Hasil hubungan biomassa terhadap unsur hara K pada jaringan tanaman dinyatakan lemah, karena nilai R^2 berada di bawah 0,33. Sehingga dapat dinyatakan bahwa kemampuan mikroorganisme PGPR dan AMF dalam penyerapan unsur hara K pada jaringan tanaman Akasia tidak memiliki potensi yang cukup kuat. Namun, penyerapan unsur hara K terjadi oleh kemampuan tanaman itu sendiri.

Biomassa akar yang dipengaruhi oleh PGPR memiliki kemampuan menyerap unsur hara. Maka dari itu nilai akar pada berat kering perlakuan PGPR lebih tinggi di bandingkan dengan nilai akar pada perlakuan AMF. Hal ini juga dapat disebabkan oleh perlakuan *Accaulospora sp* menyebabkan serapan hara pada akar sudah di akumulasikan pada jaringan batang. Rewald et al. (2015) juga menyatakan bahwa mikoriza mempunyai pengaruh dalam peningkatan biomassa dan kandungan fosfat pada tanaman. Oleh karena itu, hubungan antara jumlah biomassa dan penyerapan unsur hara, terutama unsur hara fosfor, masih dianggap berhubungan erat. Biomassa juga menunjukkan kemampuan tanaman dalam mengambil unsur hara dari media tanam untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Karepesina, 2007).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mikroorganisme PGPR dan AMF memiliki potensi terhadap tanaman *Acacia mangium* untuk serapan nutrisi P. PGPR meningkatkan kandungan P tersedia dalam tanah dan AMF meningkatkan serapan P pada jaringan akar. Sedangkan dalam serapan nutrisi K, tidak terjadi peningkatan secara nyata dalam pengaplikasian mikroorganisme PGPR dan AMF terhadap tanaman *Acacia mangium*, namun tingginya serapan nutrisi K terjadi oleh tanaman itu sendiri
2. Mikroorganisme PGPR dan AMF memiliki pengaruh terhadap biomassa tanaman berdasarkan peningkatan jumlah berat basah dan berat kering tanaman *Acacia mangium*. Bertambahnya jumlah biomassa tanaman dipengaruhi oleh serapan nutrisi P pada tanaman. Tidak adanya peningkatan serapan K secara nyata dari PGPR dan AMF menandakan bahwa biomassa tanaman tidak dipengaruhi oleh ketersediaan K

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini:

1. Perlunya penelitian langsung di lapangan
2. Perlunya penelitian lebih lanjut terhadap serapan N pada tanaman *Acacia mangium*

DAFTAR PUSTAKA

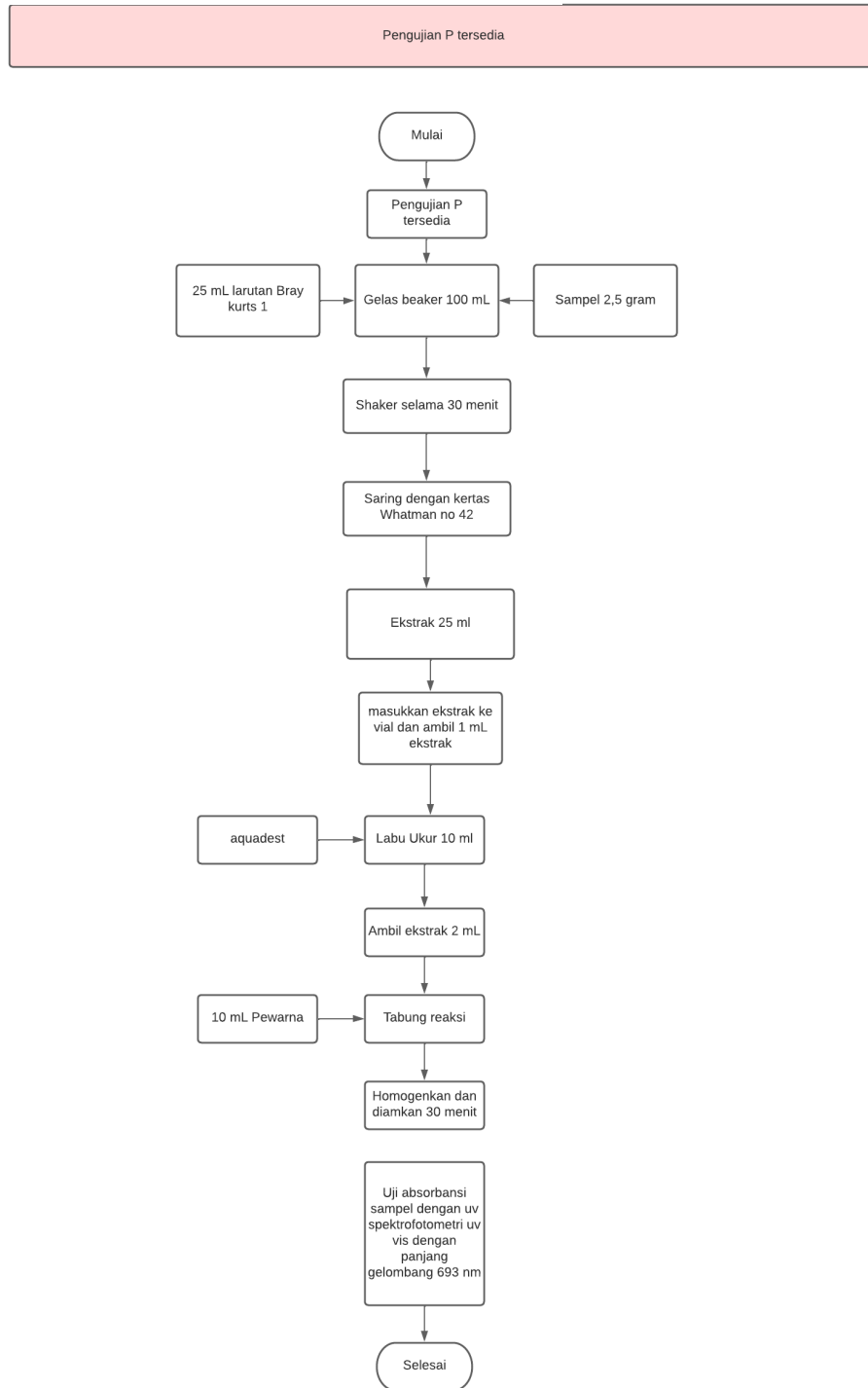
- Adidarma, K. P., AL-ROSYID, L. M., Putra, H. K., & FARAHDIBA, A. U. (2014, October). Gas emissions inventory of methane (CH₄) with First Order Decay (FOD) method in TPA Piyungan, Bantul, DIY. In *International Conference on Sustainable Built Environment* (pp. 119-128).
- Amtmann, A., Troufflard, S., & Armengaud, P. (2008). The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants. *Physiologia plantarum*, 133(4), 682-691.
- Baker, K. H., & Herson, D. S. (1994). *Bioremediation*. McGraw-Hill, Inc..
- Budhijanto, W., Pradana, Y. S., Budiman, A., & Sudibyo, H. (2017). Municipal solid waste management in Indonesia-A study about selection of proper solid waste reduction method in DI Yogyakarta Province. *Energy Procedia*, 143, 494-499.
- Caroline, J., & Moa, G. A. (2015, October). Fitoremediasi logam timbal (Pb) menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada limbah industri peleburan tembaga dan kuningan. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III* (pp. 733-744).
- Chibuiké, G. U., Obiora, S. C., Chibuiké, G. U., & Obiora, S. C. (2014). Heavy metal polluted soils: effect on plants and bioremediation methods. *Appl Environ Soil Sci* 2014: 1–12.
- Dharmaputri, N. W. P., Wijayya, I. N. & Adiartayasa, W., 2016. Identifikasi Mikoriza Vesikular Arbuskular pada Rhizosfer Tanaman Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) serta Perbanyakannya dengan Media Zeolit. *Agroekoteknologi Tropika*, 5(2), pp. 171-180.
- Fagbenro, O. K. (2016). Leachate pollution and impact to environment. In *Control and treatment of landfill leachate for sanitary waste disposal* (pp. 173-199). IGI Global.
- Gholami, A., Shahsavani, S., & Nezarat, S. (2009). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 3(1), 9-14.
- Gworek, B., Dmuchowski, W., Koda, E., Marecka, M., Baczewska, A. H.,

- Brągoszewska, P.,... & Osiński, P. (2016). Impact of the municipal solid waste Lubna Landfill on environmental pollution by heavy metals. *Water*, 8(10), 470.
- Hammond, J. P., & Ham White, P. J. (2008). Phosphorus nutrition of terrestrial plants. In *The ecophysiology of plant-phosphorus interactions* (pp. 51-81). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Harjadi, 1991. *Pengantar Agronomi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama..
- Hazra, F., Istiqomah, F. N., & Firdaus, I. D. (2024). Potensi Pupuk Hayati Mikoriza Fumyco dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Akasia (*Acacia mangium* Willd.) DI NURSERY. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 11(1), 143-149.
- Kapahi, M., & Sachdeva, S. (2019). Bioremediation options for heavy metal pollution. *Journal of health and pollution*, 9(24), 191203.
- Kothe E (2009) UMBRELLA against heavy metals. *Microbiolo gist coordinates new EU research collaboration*.
- Lizawati, L., Kartika, E., Alia, Y., & Handayani, R. (2014). Pengaruh pemberian kombinasi isolat fungi Mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcas* L.) yang ditanam pada tanah bekas tambang batu bara. *Biospecies*, 7(1).
- Ma, L. Q., Komar, K. M., Tu, C., Zhang, W., Cai, Y., & Kennelley, E. D. (2001). A fern that hyperaccumulates arsenic. *Nature*, 409(6820), 579-579.
- Melsasail, L., Warouw, V. R. & Kamag, Y. E., 2018. Analisis Kandungan Unsur Hara Pada Kotoran Sapi di Daerah Dataran Tinggi dan Daataran Rendah. *ejournal unsrat*, 10(8)
- Purwaningsih, S., 2003. Isolasi, Populasi dan Karakteristik Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah dari Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara. *J. Biologi*, 3(1), pp. 22-31.
- Rosalina, F. & Maipauw, N. J., 2019. Sifat Kimia Tanah pada Beberapa Tipe Vegetasi. *Median*, 11(1), pp. 1-9
- Roy, R. N., Finck, A., Blair, G. J. & Tandong, H. I., 2006. *Plant Nutrition For Food Security : A guide for integrated nutrient management*. Rome: FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin.
- Rupaedah, B. et al., 2014. Peranan Rizobakteri dan Fungi Mikoriza Arbuskular

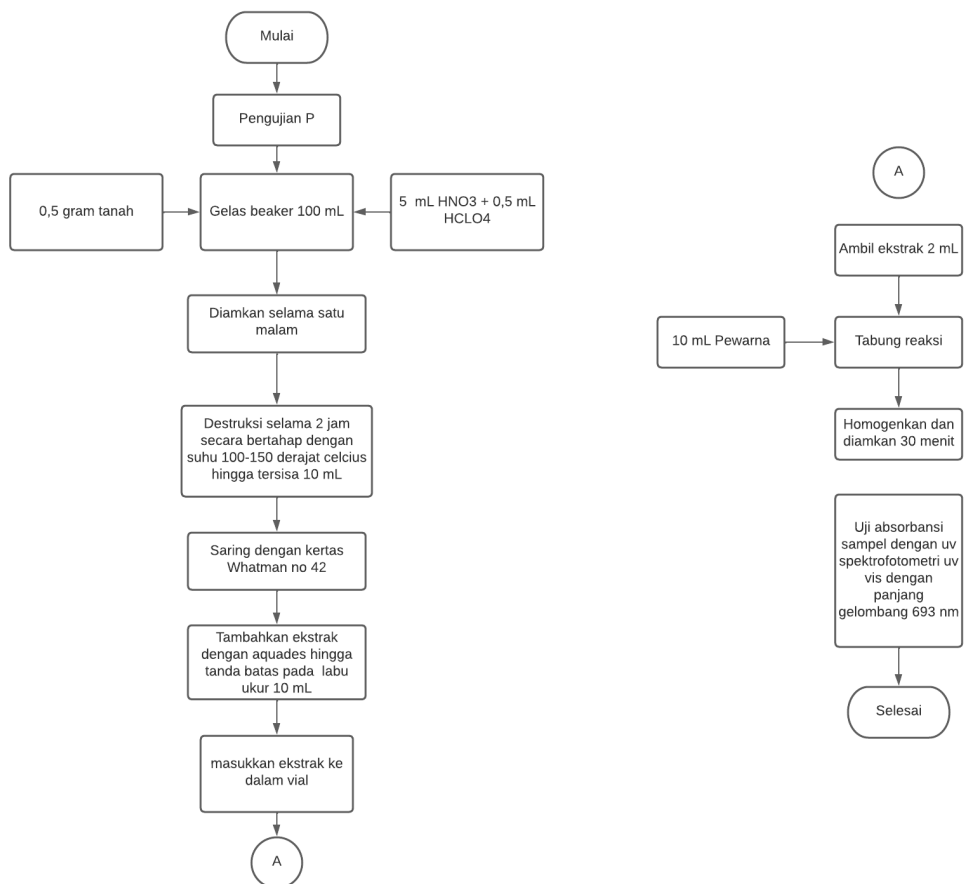
- dalam Meningkatkan Efisiensi Penyerapan Unsur Hara Sorgum Manis. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 16(2), pp. 45-52
- Taufiq, A., 2002. Status P dan K Lahan kering Tanah Alfisol Pulau Jawa dan Madura serta Optimasi Pemupukannya untuk Tanaman Kacang Tanah. Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komisariat Daerah Himpunan Ilmu Tanah Indonesia, pp. 16-17.
- Thomson, L. A. (1994). *Acacia aulacocarpa*, *A. cincinnata*, *A. crassicaarpa* and *A. wetarensis*: an annotated bibliography. CSIRO.
- Tokyo: Sinergi Forum PPI Tokyo Institute of Technology
- Tuhuteru, S., Sulistyaningsih, E. & Wibowo, A., 2016. Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Growth and Yield of Shallot in Sandy Coastal Land. Ilmu Pertanian (Agricultural Science), 1(3), pp. 105-110
- Verma JP, Jaiswal DK (2016) Book review: advances in biodegradation and bioremediation of industrial waste. Front Microbiol.
- Wijaugi, A. S. L., 2022. Potensi Penggunaan Bahan Pembawa (Carrier) Mikroorganisme dengan NaCl Untuk Peningkatan Produktivitas Lahan Gambut, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Yuliasuti, D.S dan Surip. 2012. Teknik Pembuatan Bibit *Acacia crassicaarpa* untuk Pembangunan Kebun Benih Semai Uji Keturunan Generasi ke Dua (F2). Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta. Yogyakarta

LAMPIRAN

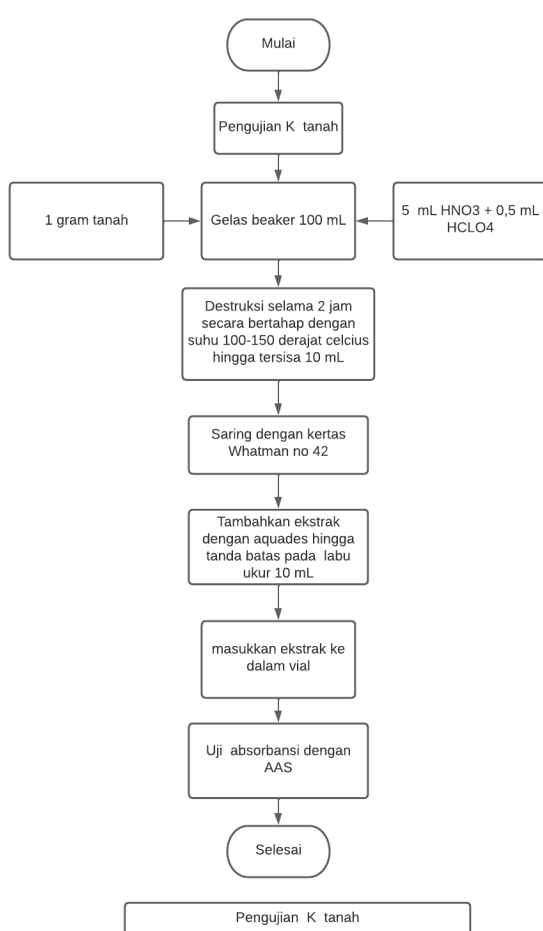
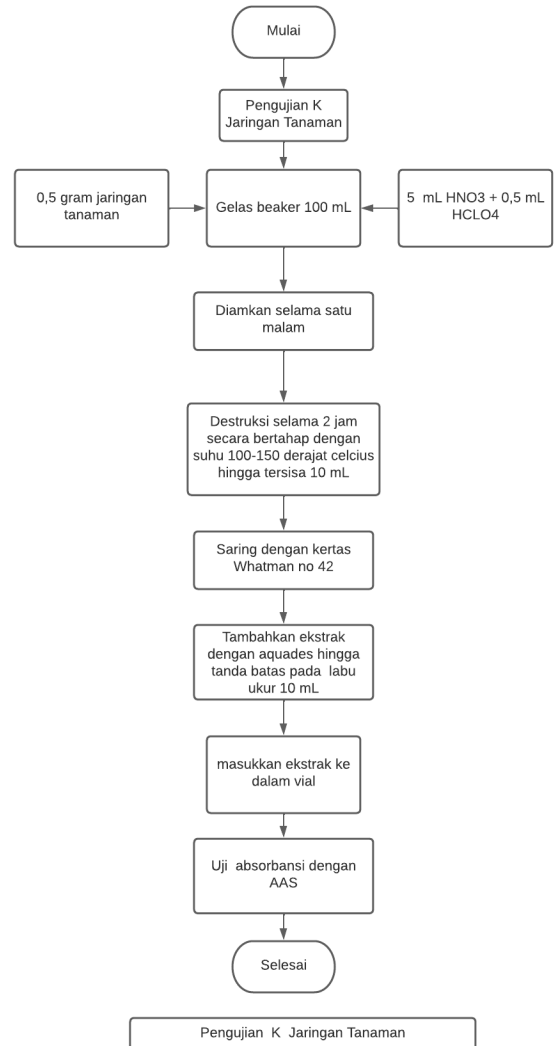
Lampiran 1 Langkah Uji Sampel



Persiapan Destruksi untuk uji P total



Persiapan Destruksi untuk uji K total



Lampiran 2 Perhitungan Uji Sampel

1. Perhitungan P tersedia (Tanah):

Kadar P_2O_5 tersedia (mg/kg)

$$= \text{ppm kurva (mg/ml)} \times \text{ml ekstrak} \times 1000 \text{ g (g contoh)}^{-1} \times \text{fp} \times 142/190$$

Keterangan:

ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi blanko

fp = Faktor pengenceran

142/190 = Faktor koreksi bentuk PO_4 menjadi P_2O_5

Diketahui sampel tanah:

ppm = 0,0026 mg/ml

Larutan ekstrak = 25 ml

Gram tanah = 2,5

fp = 10

Kadar P_2O_5 tersedia (mg/kg)

$$= 0,0026 \text{ mg/ml} \times 25 \times (2,5/1000) \times 10 \times 142/190$$

$$= 194,003 \text{ mg/kg (tanah awal)}$$

2. Perhitungan P total (Jaringan Tanaman):

Diketahui sampel tanah:

ppm = 0,0002 mg/ml

Larutan ekstrak = 5,5 ml

Gram jaringan tanaman = 0,5

fp = 5

Kadar P_2O_5 tersedia (mg/kg)

$$= 0,0002 \text{ mg/ml} \times 5,5 \times (0,5/1000) \times 5 \times 142/190$$

$$= 9,398 \text{ mg/kg (tanah awal)}$$

3. Perhitungan K Total (Tanah dan Jaringan tanaman) :

Kadar K (mg/kg)

Kadar K (mg/kg)

$$= \text{ppm kurva (mg/ml)} \times \text{ml ekstrak} \times 1000 \text{ g (g contoh)}^{-1} \times \text{fp} \times 94/78$$

Keterangan:

ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi blanko

fp = Faktor pengenceran

94/78 = Faktor koreksi bentuk K menjadi K_2O

Diketahui sampel tanah:

ppm = 0,006 mg/ml

Larutan ekstrak = 5,5 ml

Gram tanah = 1 g

fp = 10

Kadar K (mg/kg)

$$= 0,006 \text{ mg/ml} \times 5,5 \times (1/1000) \times 5 \times 94/78$$

$$= 191,765 \text{ mg/kg (tanah)}$$

Lampiran 3 Foto Perlakuan Uji

	<p>Foto Tanaman Perlakuan Uji (Kontrol, <i>Acaulospora</i> sp.+ PGPR, <i>Acaulospora</i> sp., PGPR)</p>
	<p>Foto tanaman untuk berat basah setiap perlakuan uji (Kontrol, <i>Acaulospora</i> sp.+ PGPR, <i>Acaulospora</i> sp., PGPR)</p>

Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan TA

 <p>Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia Jalan Niyatosa 2, Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia Lat: -7.870113, Long: 110.831801 03/04/2023 11:04 AM GMT+07:00 Note: Captured by GPS Map Camera</p>	<p>Kegiatan pengambilan sampel tanah TPA</p>
 	<p>Kegiatan pnegukuran tanaman</p>



Lampiran 5 Titik Lokasi Rumah Kaca